

Il problema dell'acqua nel Parco di "Villa La Pietra"

Luigi GABRIELE - Alberto MERCANTI

Durante il restauro del parco di Villa La Pietra a Firenze, è stato constatato che un'irrigazione abbondante e regolare, sarà necessaria anche dopo il termine dei lavori.

Per soddisfare il fabbisogno irriguo, superiore alle disponibilità idriche attuali, sono stati commissionati alcuni lavori professionali richiedendo una soluzione sostenibile: questi hanno valutato la possibilità di realizzare un impianto di fitodepurazione in grado di recuperare le acque utilizzate negli edifici della proprietà. Sono state offerte diverse soluzioni. In questo studio ci si è proposti di valutare quale delle soluzioni soddisfa le necessità del parco:

Si è stimato il fabbisogno idrico durante il periodo irriguo e calcolata la somma delle acque raccolte dalle coperture e dall'impianto di fitodepurazione; dopo aver analizzato le disponibilità idriche in rapporto alle possibilità di accumulo si è proceduto alla scelta della soluzione progettuale ed al suo inserimento nel contesto paesaggistico della proprietà.

PAROLE CHIAVE: Villa La Pietra, fitodepurazione, evapotraspirazione, irrigazione, sostenibilità, acqua.

VILLA LA PIETRA

Salendo da Firenze lungo la Via Bolognese, dopo circa due chilometri, si raggiunge località "La Pietra": il cui nome deriva da un pilastrino che indicava la distanza di un miglio dalla vecchia porta di San Gallo.

Dalla strada un lungo viale di cipressi conduce a "Villa La Pietra", attualmente di proprietà della New York University. La proprietà si estende per 23 ha: comprende le ville Natalia, Colletta e Sasseti, sul confine lungo via Bolognese, queste fronteggiano la collina su cui si trovano Villa La Pietra e Villa Ulivi a cui sono collegate da una piccola valle coltivata a olivi. Villa "La Pietra" è un edificio dalle linee quattrocentesche, appartenuto in origine ai Macinghi, poi ai Sassetti dal 1460. Nel 1546 venne ceduto ai Capponi che ne rimasero in possesso fino all'Ottocento. Nel corso del Seicento la villa ed i giardini furono adattati al nuovo gusto barocco, ma successivamente l'imperante moda dei giardini all'inglese cancellò il parco seicentesco, risparmiando solo il giardino racchiuso fra la villa e la limonaia.

Nel 1903, Arthur Acton, artista e mercante d'arte anglo-napoletano e Hortense Mitchell, figlia del banchiere di Chicago William Mitchell si stabilirono a Villa "La Pietra"; quattro anni dopo la acquistarono.

...“Dei due giardini menzionati nelle note di Giorgio Vasari il Giovane (« giardino grande, giardino segreto »)”¹ Arthur Acton ricostruì quello che guarda a mezzogiorno “...com'egli immaginava che potesse esser stato”: l'impostazione architettonica riprende il sistema costruttivo a terrazze tipico del giardino toscano; nel sistema a terrazze vengono poi collocate “stanze di verzuera” ispirate alla tradizione del giardino barocco. Le “stanze di verzuera” sono corredate da elementi architettonici ...e da statue di provenienza veneta... Esedre, portali in pietra, pergolati, vasi, balaustrini, mascheroni... il ricchissimo e variato giardino... resta una delle testimonianze più avvincenti e persuasive del collezionismo antiquario del momento².

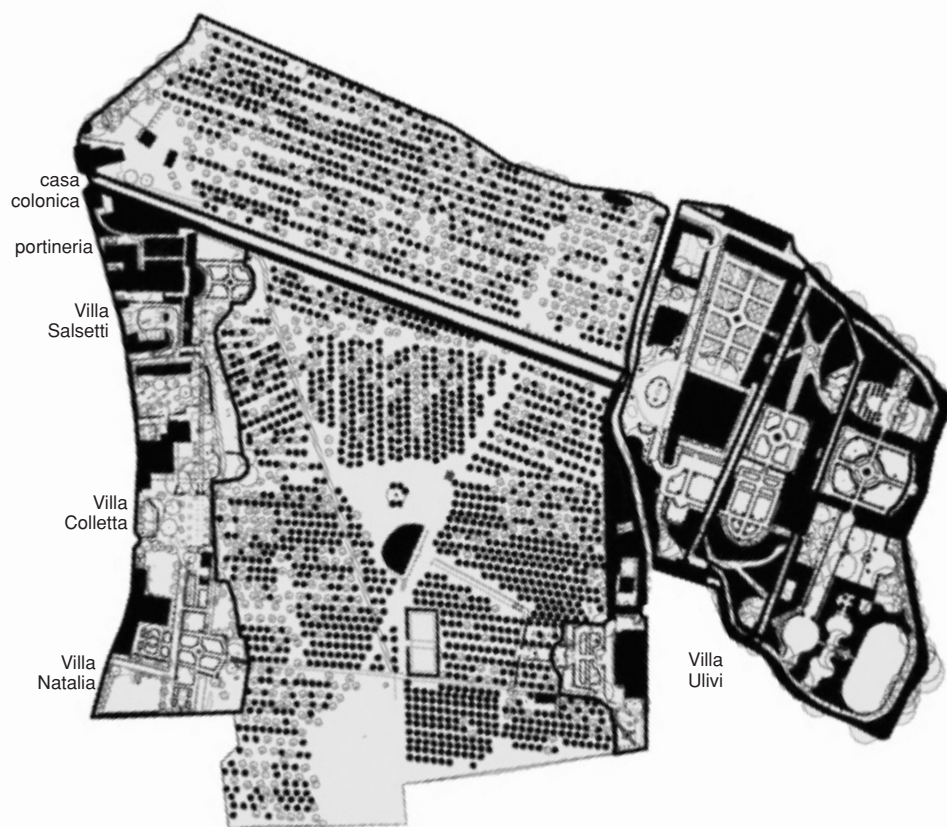


Figura 1 - Planimetria della proprietà "Villa La Pietra" (fonte: studio di architettura Kim Wilkie, modificata) ("Villa La Pietra, New York University, Florence").

L'ultimo esponente della famiglia, Sir Harold Acton nel 1994, lascia Villa La Pietra alla New York University che oggi vi ospita un intenso Undergraduate Program e un importante centro congressi. L'università si è impegnata in una grande opera di recupero della proprietà: Villa La Pietra è ormai completamente restaurata ed il restauro del parco, progettato dallo studio inglese **Kim Wilkie Associates**, sta volgendo al termine sotto la guida del curatore **Prof. Nicholas Dakin-Elliott**.

¹ Da Ville Toscane di H. Acton.

² Da I giardini di Firenze e della Toscana di M. Pozzana.



Figura 2 - Il parco monumentale ("Villa La Pietra, New York University, Florence").

Nel progetto di restauro della proprietà è stato previsto di irrigare il parco in modo significativo per circa cinque anni, al fine di superare la crisi di impianto della nuova vegetazione.

Appare però ormai accertato che siamo di fronte ad un mutamento delle condizioni climatiche e l'esperienza maturata durante il restauro ha dimostrato che un'irrigazione abbondante e regolare del parco rimarrà una

pratica indispensabile per la sua buona conservazione.

Questo ha posto il problema dell'approvvigionamento dell'acqua: un pozzo presso "Villa La Pietra" è stato chiuso per prevenire danni alla statica dell'edificio e l'acqua piovana raccolta nelle cisterne esistenti non basta a supplire alle necessità.

Negli anni passati il fabbisogno è stato soddisfatto ricorrendo all'acquisto di acqua non potabilizzata, ma la direzione considera questa soluzione solo temporanea, desiderando dare al problema una soluzione definitiva, che si possa inserire nel contesto paesaggistico tutelato della proprietà e risponda alle nuove istanze di sostenibilità.

La soluzione che più soddisfa queste istanze è la realizzazione di impianti di fitodepurazione, in grado di riutilizzare le acque usate negli edifici della proprietà.



Figura 3, Il pomario di Villa La Pietra, con la Limonaia ("Villa La Pietra, New York University, Florence").

In questa ottica sono stati commissionati una serie di lavori professionali che hanno analizzato il problema lasciando aperta la scelta fra diverse soluzioni: il fine di questo studio è quello di valutare quale delle soluzioni proposte poteva soddisfare realmente le necessità del parco e proporle l'inserimento nel contesto paesaggistico.

GLI STUDI PROFESSIONALI COMMISSIONATI

Tra le varie tecniche di depurazione naturale disponibili sono stati proposti sistemi a flusso sommerso con macrofite radicate (fragminte australis): in particolare una serie di vasche a flusso orizzontale posizionate nei pressi delle utenze, i cui effluenti potevano confluire in un unico bacino di raccolta o in alternativa in una struttura interrata.

Lo studio commissionato ha proposto due soluzioni principali:

- depurazione delle acque di tutti gli edifici, con una produzione massima di 75 mc/g di acqua ihi cui riutilizzo parziale per la maggior parte dell'anno implica lo scarico al suolo.
- depurazione delle acque solo degli edifici Villa La Pietra e Villa Ulivi, con portate massime di 20-25 mc/g riutilizzate totalmente senza scarico al suolo ma con necessità di accumulo.

Per l'accumulo sono valutate tre diverse possibilità:

1. **creazione di un laghetto** da 1000 mc su area di 2000 mq; soluzione molto diffusa nella depurazione di acque destinate all'irrigazione;
2. **recupero della "vasca-piscina"** di ca 350 mq per un volume di ca 400 mc;
3. **costruzione di una cisterna sotterranea.**

L'utilizzo delle **cisterne esistenti** consentirebbe di sfruttare un volume di almeno 400 mc, ma con gli inevitabili problemi di sviluppo di cattivi odori, resi più gravi dalla vicinanza agli edifici. Resterebbe inoltre problematico collegare tutte le cisterne il cui funzionamento non è del tutto chiaro.

Escludendo la proposta di un lago, per gli inevitabili disagi che insetti e anfibio provocherebbero a utenza e vicinato, in questa sede valuteremo l'ipotesi di 4 vasche di fitodepurazione al servizio di tutti gli edifici della proprietà, con possibilità di accumulo per 400 mc presso la piscina esistente e 1300 mc in una cisterna di nuova costruzione e, esclusivamente per le acque meteoriche, 400 mc nelle cisterne storiche.

STIMA DEL FABBISOGNO IDRICO

La quantità di acqua depurata deve essere pari o superiore al fabbisogno irriguo del parco. Questo fabbisogno può essere determinato conoscendo le riserve idriche del suolo, le precipitazioni e l'evapotraspirazione.

Riserve e precipitazioni sono state reperite rispettivamente nelle relazioni professionali e presso gli osservatori meteorologici Ximeniano e dell'ARSIA; i dati relativi all'evapotraspirazione invece sono stati calcolati.

L'evapotraspirazione corrisponde alle perdite di acqua nell'atmosfera, che possono avvenire per evaporazione, fenomeno fisico, o per traspirazione, fenomeno biologico.

Il quaderno FAO n°56 consiglia il calcolo del fabbisogno d'acqua tramite la formula di Penman-Montheit; questa formula prevede esclusivamente l'uso di dati misurati e fornisce risultati accurati, tuttavia solo alcuni dei dati necessari alla sua applicazione sono normalmente rilevati dalle stazioni meteorologiche, limitando di fatto la sua applicazione.

Il quaderno FAO n°24 (Crop water requirements, paper n° 24) suggerisce il metodo di Blaney-Criddle per calcolare l'evapotraspirazione (ET0) nelle aree ove sono disponibili solo i dati relativi alle temperature mentre per umidità relativa, vento e radiazione solare sono sufficienti dei valori stimati. In questo lavoro i risultati ottenuti sono stati corretti mediante il metodo WUCOLS (Water Use Classification Of Landscape Species), che modifica il risultato ottenuto con Blaney-Criddle, tramite il landscape coefficient (KL), anziché il coefficiente di specie (Kc).

In sintesi:

$$ETC = ET0 \times KC \text{ (FAO)}$$

$$ETL = ET0 \times KL \text{ (Wucols)}$$

$$KL \text{ (Landscape coefficient)} = KS \times KMC \times KD$$

Dove:

ETC = fabbisogno idrico della coltura in esame

ET0 = fabbisogno idrico della coltura di riferimento (prato ben adacquato)

KC = coefficiente colturale della coltura in esame

ETL = fabbisogno idrico delle specie utilizzate nel paesaggio progettato (mm/giorno)

KL =landscape coefficient. Acqua consumata rispetto a ET0 (mm/giorno)

KS= coefficiente di specie. Fabbisogno idrico di una specie rispetto a ET0

KD = coefficiente di densità. Fattore correttivo che tiene conto della densità delle piante e del grado di copertura del terreno

KMC = coefficiente microclimatico. Fattore correttivo relativo al microclima di una specifica area (temperatura, vento, umidità).

La tabella seguente riporta i coefficienti in funzione del tipo di vegetazione e della densità.

Tipo di vegetazione	ks			kd			kmc		
	Basso	Medio	Alto	Basso	Medio	Alto	Basso	Medio	Alto
Alberi	0,2	0,5	0,9	0,5	1,0	1,3	0,5	1,0	1,4
Arbusti	0,2	0,5	0,7	0,5	1,0	1,1	0,5	1,0	1,3
Tappezzanti	0,2	0,5	0,7	0,5	1,0	1,1	0,5	1,0	1,2
Mista	0,2	0,5	0,9	0,6	1,1	1,3	0,5	1,0	1,4
Prato	0,6	0,7	0,8	0,6	1,0	1,0	0,8	1,0	1,2

R. Kozikowski, Sprinkler and Landscape - Final report, 2003

Per il calcolo del fabbisogno d'acqua ci siamo posti come obiettivo quello di soddisfare le necessità irrigue dei soli giardini circostanti le ville della proprietà: la parte della proprietà coltivata ad oliveto non necessita infatti di irrigazioni nel clima fiorentino, riuscendo l'olivo a vegetare in climi più aridi.

Il fabbisogno d'acqua sarà calcolato solo per il **periodo irriguo**, in cui le precipitazioni sono inferiori ai valori di evapotraspirazione, ossia per **sei mesi da aprile a settembre compresi. Il bilancio idrico è così impostato:**

Fabbisogno d'acqua = (ETL + perdite) - (apporti + riserve nel suolo)³. Gli apporti idrici si esprimeranno indifferentemente in millimetri o litri/metro-quadro, in quanto (1mm = 10 m³ /ha = 1 lt/m²).

L'evapotraspirazione indica il consumo d'acqua, le perdite coincidono con i ruscellamenti e le percolazioni ed ammontano al 40% circa delle precipitazioni. La rimanente quota di precipitazioni, pari al 60 % circa, si stima sia trattenuta dal terreno. Infine le riserve idriche variano in funzione della stagione e del tipo di suolo: negli studi professionali disponibili le riserve nel suolo considerate pari a 40mm/mq solo fino al mese di aprile, da maggio a settembre compresi invece le riserve sono nulle.

Sono stati eseguiti i calcoli per determinare l'ETL di ogni mese del periodo irriguo. Nelle pagine seguenti riportiamo a titolo di esempio il calcolo dettagliato di un mese ed i soli risultati degli altri. Per applicare il metodo Wucols si è classificato le superfici a verde dei giardini come: **aree a prato e aree a vegetazione mista** (alberi, arbusti, tappezzanti). Basandosi su sopralluoghi, planimetria e foto satellitari, è stato possibile distinguere le aree a prato da quelle a vegetazione mista e stimare le rispettive superfici.

Il fabbisogno irriguo dei giardini, calcolato con questo metodo, si stima pari a 4399 mc per stagione irrigua, con un impiego quotidiano di circa 24 mc d'acqua e punte di 34 e 48 mc rispettivamente nei mesi di giugno e luglio;

Il risultato viene confermato dall'esperienza, poiché il **Prof. Nicholas Dakin-Elliott**, afferma che 30 mc al giorno non sono ancora sufficienti a sopperire ai bisogni nei mesi più caldi.

CALCOLO DELL'ACQUA IN USCITA DALLA FITODEPURAZIONE

Considerando il carico massimo di presenze (periodo invernale e mezze stagioni). Il numero di abitanti equivalenti è di 300 e l'acqua immessa nell'impianto sarebbe 76 metri cubi al giorno.

La quantità di acqua prodotta nel periodo estivo: considerato che le presenze stimate scendono a 50- 100 abitanti equivalenti sarà ca 13-26 metri cubi al giorno.

Si ipotizza ragionevolmente che fra ottobre e aprile le cisterne funzionanti siano state completamente riempite.

³ (Dizionario enciclopedico Agricoltura la natura e l'uomo pag 646).

PARCO DI VILLA LA PIETRA	
CALCOLO DEL FABBISOGNO D'ACQUA NEI GIARDINI FORMALI	
(Stagione irrigua mesi da aprile a settembre compresi)	
metodo WUCOLS (Water Use Classification Of Landscape Species)	
Calcolo dell'ET0 con metodo BLANEY-CRIDDLE	
FIRENZE	
LATITUDINE NORD 43° 46' 26" (°)	
LONGITUDINE EST 11° 15' 18" (°)	
MESE MAGGIO	
T MEDIA, °C (°)	18,4
p (TABELLA 1) (°°°)	0,33
p(0.46T+ 8) (°°°)	5,4
umidità min. % (°°)	ALTA
durata max illuminazione (°°)	ALTA
condizioni di vento di giorno m/sec (°°)	MODERATE
figura 1 (°°°)	BLOCCO III linea1
ET0 fig.1	4,5
metodo WUCOLS	
ETL =ET0*KL	
ETL =fabbisogno idrico delle specie utilizzate nel paesaggio progettato (mm/giorno)	
KI = landscape coefficient (acqua consumata rispetto a ET0)	
KL =KS x KMC x KD	
dove:	
KS = coefficiente di specie (fabbisogno idrico di una specie rispetto ad Eto)	
KD = coeff. di densità (correttivo funzione della densità di piante e grado di copertura terreno)	
KMC = coeff. microclimatico (fattore correttivo relativo al microclima di una specifica area in termini di temperatura, vento, umidità)	
sup. a copertura mista (alberi, arbusti, tappezzanti)(°°°°)	
sup. coltivata a prato (°°°°)	
sup. a copertura mista (alberi, arbusti, tappezzanti)(°°°°)	
sup. coltivata a prato (°°°°)	
ET L aree miste = 4,5 * 0,22 =	
ET L aree a prato = 4,5 * 0,36 =	

Tabella 1 - Calcolo dell' ETL giornaliera in aree miste e aree a prato nel mese di maggio.

mese	ETL in aree a vegetazione mista (mm/giorno)	ETL presso Villa La Pietra (litri/giorno)	ETL presso Villa Ulivi (litri/giorno)	ETL presso via Bolognese (litri/giorno)	ETL aree miste (mm/giorno)	gg/mese	ETL aree miste (mm/mese)	
aprile	0,18	superficie: 21175 mq 3811,5	superficie: 0 mq 0	superficie: 15686 mq 2823,48	6634,98	30	199049,4	
maggio	0,27	5717,25	0	4235,22	9952,47	31	308526,57	
giugno	0,41	8681,75	0	6431,26	15113,01	30	453390,3	
luglio	0,45	9528,75	0	7058,7	16587,45	31	514210,95	
agosto	0,39	8258,25	0	6117,54	14375,79	31	445649,49	
settembre	0,22	4658,5	0	3450,92	8109,42	30	243282,6	
fabbisogno idrico aree a vegetazione mista (mc)							2164,10931	
mese	ETL in aree a prato (mm/giorno)	ETL presso Villa La Pietra (litri/giorno)	ETL presso Villa Ulivi (litri/giorno)	ETL presso via Bolognese (litri/giorno)	ETL aree a prato (mm/giorno)	gg/mese	ETL aree a prato (mm/mese)	
aprile	0,87	superficie: 15429 mq 13423,23	superficie: 1989 mq 1730,43	0	15153,66	30	454609,8	
maggio	1,3	20057,7	2585,7	0	22643,4	31	701945,4	
giugno	2	30858	3978	0	34836	30	1045080	
luglio	2,18	33558,075	4326,075	0	37884,15	31	1174408,65	
agosto	1,88	29006,52	3739,32	0	32745,84	31	1015121,04	
settembre	1,04	16046,16	2068,56	0	18114,72	30	543441,6	
periodo irriguo pari a 183 giorni							fabbisogno idrico aree a prato (mc)	4934,60649
ETI complessiva (mc)							7098,7158	

Tabella 2 - Calcolo dell' ET I mensile in aree miste e aree a prato.

DETERMINAZIONE DELLE SCORTE D'ACQUA DA ACCUMULARE								
mese	aree miste (mq)	ETL aree miste (mm/mese)	Precip. (mm)	precip. Tot (lt)	riserve nel terreno (lt)	perdite-apporti (lt)	n° giorni	acqua da reintegrare (lt/giorno)
aprile	36861	199049,40	76,5	2819867	1474440	-1839363,9	30	-61312,13
maggio	36861	308526,57	66,1	2436512	0	-178775,85	31	-5766,96
giugno	36861	453390,30	59,1	2178485	0	17693,28	30	589,78
luglio	36861	514210,95	41,3	1522359	0	209739,09	31	6765,78
agosto	36861	445649,49	57,5	2119508	0	21747,99	31	701,55
Settem	36861	243282,60	81,1	2989427	0	-354602,82	30	-11820,09
mese	aree a prato (mq)	ETL aree a prato (mm/mese)	Precip. (mm)	precip. Tot (lt)	xriserve nel terreno (lt)	perdite-apporti (lt)	n° giorni	acqua da reintegrare (lt/giorno)
aprile	17418	454609,80	76,5	1332477	696720	-508605,6	30	-16953,52
maggio	17418	701945,40	66,1	1151330	0	471679,44	31	15215,47
giugno	17418	1045080,00	59,1	1029404	0	839199,24	30	27973,31
luglio	17418	1174408,65	41,3	719363	0	1030535,97	31	33243,10
agosto	17418	1015121,04	57,5	1001535	0	814814,04	31	26284,32
settem	17418	543441,60	81,1	1412600	0	260921,64	30	8697,39

Tabella 3 - Determinazione dell'acqua da reintegrare quotidianamente nelle aree miste e a prato

mese	acqua da reintegrare a. miste mc/die	acqua da reintegrare prati mc/die	acqua da reintegrare totale mc/die	Dispersioni dovute a sistemi di irrigazione 20%	totale acqua da distribuire mc/die	N° gg	totale acqua da distribuire mc/mese
aprile	-61,31	-16,95	0,00	0,00	0,00	30	0
maggio	-5,77	15,22	15,22	3,04	18,26	31	566
giugno	0,59	27,97	28,56	5,71	34,28	30	1028
luglio	6,77	33,24	40,01	8,00	48,01	31	1488
agosto	0,70	26,28	26,99	5,40	32,38	31	1004
settembre	-11,82	8,70	8,70	1,74	10,44	30	313
						Mc stagione irrigua	4399

Tabella 4 - Determinazione dell'acqua da distribuire nelle aree miste e a prato

Calcolo dell'acqua prodotta dall'impianto di fitodepurazione nella stagione irrigua			
	n° giorni	Acqua depurata (mc/giorno)	Acqua depurata (mc/mese)
Aprile	30	76	2280
Maggio	31	76	2356
Giugno	30	26	780
Luglio	31	26	806
Agosto	31	13	403
Settembre	30	26	780

Tabella 5 - Stima della quantità di acqua depurata mensilmente

Precipitazioni raccolte dalle coperture (fonte studio idrologico Dott. Pinucci, Firenze). Si riporta in tabella la stima delle quantità di acqua raccolte dalle coperture

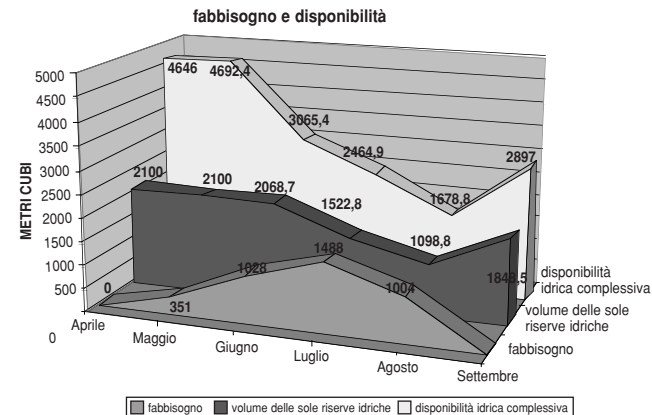
gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	sett	ott	nov	dic
184,1	188	191,3	266	236,4	216,7	136,1	177	268,5	375,5	325,3	244,5

acque raccolte annualmente dalle coperture potrebbero ammontare a circa 2800 mc

ANALISI DEI VOLUMI DI ACQUA DISPONIBILI NEL CORSO DELLA STAGIONE IRRIGUA

Sino al mese di maggio il fabbisogno è inferiore alla disponibilità idrica complessiva.

A giugno il fabbisogno sale a 30 mc/giorno: si può quindi supporre di utilizzare l'acqua prodotta dall'impianto intaccando appena le riserve della cisterna da 1300 mc.

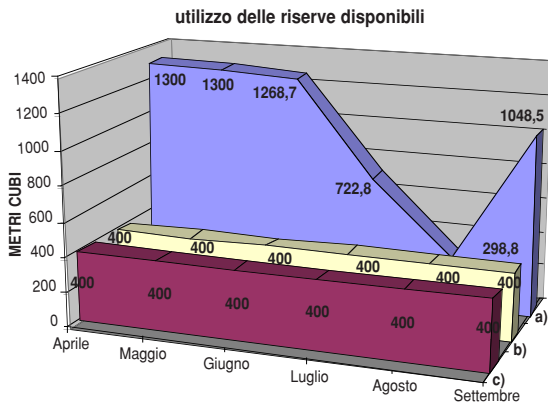


A luglio il fabbisogno cresce di un terzo rispetto a giugno, raggiungendo il picco di massimo. L'acqua depurata è meno di quella consumata e potrà essere contenuta dalle cisterne, senza scarichi a valle. Dalla cisterna di progetto saranno prelevati circa 550 mc.

Ad agosto il fabbisogno decresce ai livelli di giugno e viene soddisfatto utilizzando le precipitazioni raccolte, le riserve della cisterna di progetto e l'acqua della fitodepurazione, che si presume si dimezzi rispetto al mese precedente a causa del calo di presenze.

A settembre il fabbisogno praticamente si azzerava e comunque l'aumento delle precipitazioni e delle presenze comporta di nuovo sovrabbondanza di disponibilità idriche.

Le riserve delle cisterne storiche e della "vasca-piscina" potrebbero non essere neppure utilizzate.



a) riserve previste cisterna di progetto (a fabbisogno soddisfatto)
 b) riserve previste nella piscina (a fabbisogno soddisfatto)
 c) riserve previste nelle cisterne storiche (a fabbisogno soddisfatto)

DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

Dalle considerazioni sopraesposte discende che l'unica soluzione progettuale in grado di garantire al parco l'autonomia dal punto di vista dell'approvvigionamento idrico, deve prevedere:

1. l'ipotesi di fitodepurazione dei reflui di tutti gli edifici della proprietà tramite quattro vasche;
2. la realizzazione della nuova cisterna di almeno 1300 mc.



Figura 4 - Sezione ambientale sulle vasche di fitodepurazione, sullo sfondo Villa La Pietra e a destra Villa Ulivi. ("Villa La Pietra, New York University, Florence").

Realizzando la nuova cisterna in luogo del campo sportivo che si trova lungo il percorso pedonale che collega Villa Ulivi con Villa Natalia, i vantaggi sono:

1. la quota inferiore a quella di tutti gli edifici e degli impianti di depurazione, che consente l'accumulo senza la necessità di impianti di pompaggio;
2. la possibilità di sfruttare la copertura della cisterna come base di un nuovo campo sportivo;

L'orientamento delle vasche è vincolato dall'andamento altimetrico. L'art. 46 comma 4 delle Norme Tecniche di Attuazione del Piano Regolatore Generale del Comune di Firenze, ammette infatti... interventi di utilizzazione delle aree scoperte che non comportino sbancamenti e terrazzamenti

di notevoli entità. Il comma 5 dello stesso articolo ammette infine:...gli interventi che prevedano opere tese alla difesa, alla salvaguardia ed all'uso del suolo e delle risorse idriche"...

La cisterna progettata risulta sufficiente da sola a soddisfare le necessità dell'irrigazione. Tuttavia sono necessarie due considerazioni:

1. le stime effettuate sulla sufficienza delle scorte idriche e sulle precipitazioni, si basano su serie di dati storici che oggi vengono messi in discussione: anche se le medie stagionali restano sostanzialmente invariate, si assiste ad un'accentuazione dei fenomeni meteorologici. Nel nostro caso risultano importanti la tendenza all'aumento della durata dei periodi di siccità e dell'intensità delle piogge. Nel primo caso è evidente il legame con l'impoverimento delle risorse; nel secondo caso il problema è rappresentato dal ruscellamento superficiale delle acque meteoriche che defluiscono senza bagnare adeguatamente gli strati più profondi del terreno. Si deve pertanto prevedere la possibilità di dover adoperare in futuro una quantità maggiore di riserve;

2. una seconda considerazione riguarda l'aspetto gestionale delle acque: è sconsigliato utilizzare le cisterne prossime agli edifici per conservare acque fitodepurate in quanto potrebbero svilupparsi cattivi odori. Pertanto le cisterne storiche potranno essere utilizzate per conservare solo le acque piovane.

Il recupero della funzionalità della "vasca-piscina", anche se auspicabile dal punto di vista architettonico, non è previsto dalla proprietà per motivi di ordine giuridico-assicurativo legati alla sicurezza degli utenti. Tuttavia questo non comporta cambiamenti ai fini progettuali poiché i volumi d'acqua disponibili sono più che sufficienti a coprire il fabbisogno.



Figura 5 vista della vasca-piscina ("Villa La Pietra, New York University, Florence").



Figura 6 - Sezione ambientale sulla vasca a valle, con vista verso il viale di cipressi "Villa La Pietra, New York University, Florence"

Un impianto di fitodepurazione presenta un basso impatto dal punto di vista paesaggistico. Nel posizionare le vasche si è tenuto conto delle viste principali sul parco e sul podere.

Per ridurre ulteriormente la visibilità delle vasche non si è voluto realizzare "cortine" di olivi per evitare l'effetto di evidenziare anziché mimetizzare gli impianti. Quindi, per quanto possibile, abbiamo mantenuto la regolarità dell'oliveto. Inoltre l'altezza della *Fragmites Australis* è di ca 1,5-2 m ed è quindi facilmente schermabile dalle piante di olivo che in Toscana raggiungono altezze due-tre volte superiori.

L'impianto proposto sarebbe quindi in grado di garantire l'approvvigionamento dell'acqua necessaria al mantenimento dei giardini monumentali della proprietà; consentirebbe alla proprietà di sganciarsi dal servizio di fognatura comunale, di risparmiare l'acquisto di acqua per irrigazione e di proporre un modello di gestione sostenibile della risorsa idrica.

BIBLIOGRAFIA

Luigi GABRIELE è nato a Firenze nel 1971, diplomatosi come Perito Agrario, si è laureato presso la Facoltà di Architettura dell'Università di Firenze. Attualmente è Direttore dell'azienda annessa all'Istituto Tecnico Agrario di Firenze.

Alberto MERCANTI, nato nel 1940, si è laureato in Architettura a Firenze nel 1967. È Professore Associato di Fisica Tecnica Ambientale e Impianti Tecnici nella Facoltà di Architettura dell'Ateneo Fiorentino. Si occupa di studi e ricerche sulle energie rinnovabili e sul rapporto uomo-ambiente e annovera pubblicazioni scientifiche e didattiche nel campo della Fisica Tecnica e degli impianti.

- ACTON HAROLD, ZIELCKE ALEXANDER, *Ville toscane*, Tit.orig.: Tuscan Villas, 1° ed. Londra 1973, Milano, edit. Mondadori, 1984.
- ZANGHERI LUIGI, *Ville della provincia di Firenze*, Milano, Edit. Rusconi, 1989.
- ACTON HAROLD, *Memorie di un esteta*, Trad. Di Marcella Bon-santi, Tit.orig.: Memoirs of an Aesthete, Milano Edit. Garzanti, 1965.
- BELSITO ALDA, FRATICELLI ANGELA, SALISBURY FRANK B., W. ROSS CLEON, *Chimica agraria*, Luogo : Bologna, Edit. Zanichelli, 1988.
- ARCH. BOLKO VON SCHWEINICHEN, *Progetto per la realizzazione di una cisterna per la raccolta dell'acqua piovana...*, Firenze maggio 2003.
- AA.VV. *Dizionario enciclopedico Agricoltura la natura e l'uomo*, Torino, Editrice SAIE 1983 prima ristampa ampliata.
- ING. LUCIANO MUNARETTO, *Manuale di irrigazione*, Padova, Poligrafica Antenore, 2003.

AA.VV. *Trent'anni di osservazioni meteorologiche (1971-2003)*, Pubblicazioni della Fondazione Osservatorio Xim-niano – Firenze, Gorgonzola (MI), Tipografia: Global Print, 2005..

AA.VV., *Fondamenti di tecnologia agraria*, Torino, Liviana editrice 1996.

IRIDRA, Progettisti: Fabio Masi (chimico), Nicola Martinuzzi (ingegnere), Giulio Conte (biologo), *Studio di fattibilità per il trattamento dei reflui fognari mediante sistemi di fitodepurazione*, Firenze, 1999.

MARIACHIARA POZZANA, *I giardini di Firenze e della Toscana guida completa*, Firenze, Giunti Gruppo Editoriale, 2001.

GIOVANNI PRANZINO, *Elementi di idrologia*, Appunti delle lezioni del corso di "Fondamenti di idrologia" tenuto nell'anno 1993-1994 presso la facoltà di Geologia dell'Università degli Studi di Firenze.

GHINASSI GRAZIANO, *Irrigazione del giardino e gestione della risorsa acqua*, atti del convegno nazionale: "Gestione e manutenzione del verde pubblico", Firenze, 8 giugno 2006.

AA.VV. *FAO paper 56, Crop evapotranspiration; guidelines for computing crop water requirements*, Roma, Ed. FAO, 1988.

AA.VV. *FAO paper 24, guidelines for predicting crop water requirements*, Roma, ed. FAO, 1977, Ristampa 1984.

GEOLOGO DR GIANNI PINUCCI - GEOLOGO DR ROBERTO BAGGIANI, *Relazione redatta a commento dei risultati delle prove di permeabilità effettuate sui terreni prospicienti villa ulivi*, Firenze, Marzo 1999.

GEOLOGO FRANCO CASELLI, *Relazione geologica per l'autorizzazione da parte dell'ufficio del Genio Civile alla ricerca di risorse idriche sotterranee in località La Pietra – Firenze*, Firenze, Luglio 1996.

GEOLOGO DR GIANNI PINUCCI Firenze, *Studio idrogeologico, valutazione delle disponibilità idriche, censimento e rilievo delle cisterne esistenti, valutazione dei reflui di scarico*, Firenze, Luglio 1999.

PUCCI BEATRICE (curatrice e autore), MASI FABIO, CONTE GIULIO, MARTINUZZI NICOLA, BRESCIANI RICCARDO, *Linee guida per la progettazione e gestione di zone umide artificiali per la depurazione dei reflui civili*, Firenze, Sito internet ARPAT FIRENZE, luglio 2005.

CD-ROM: A cura di GREMIGNI MICHELE, RUFINO MARCO E ZOPPI MARIELLA (curatrice scientifica) per la Fondazione Parchi monumentali Bardini Peyron *I giardini degli Inglesi: i giardini e le comunità straniere a Firenze tra Ottocento e Novecento / The gardens of the Inglesi*, Firenze, Infogroup, 2004.